

Requested document:	<a href="#">JP2002324760 click here to view the pdf document</a>
---------------------	--

## FILM FORMING METHOD

Patent Number:

Publication date: 2002-11-08

Inventor(s): TOYODA KAZUYUKI; YAMAMOTO KATSUHIKO; INOKUCHI YASUHIRO

Applicant(s): HITACHI INT ELECTRIC INC

Requested Patent: ☐ [JP2002324760](#)

Application Number: JP20010129556 20010426

Priority Number(s): JP20010129556 20010426

IPC Classification: H01L21/205; C23C16/42

EC Classification:

Equivalents:

---

### Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce the temperature difference between a pretreatment and a film forming and the temperature rise/fall time to raise the process speed (throughput). **SOLUTION:** A reaction tube 1 is heated at 500 deg.C inside, hydrogen gas is fed into a discharge tube 7, an oscillator 12 feeds a high frequency output power to electrode ends 4 through a matching unit 13 to generate a plasma 15 in the discharge tube 7, thereby activating introduced hydrogen which is then fed to a spinning substrate 2 under processing through many small holes 14 of the discharge tube 7. Impurities such as natural oxide film, etc., on the surface of the substrate 2 are removed mainly by the activated hydrogen. After completing the removable of impurities such as natural oxide film, monogerman ( $\text{GeH}_4$ ) and monosilane ( $\text{SiH}_4$ ) are introduced from a gas feed pipe 17 to form a film of silicon germanium ( $\text{SiGe}$ ) at 500 deg.C under a controlled pressure.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-324760  
(P2002-324760A)

(43) 公開日 平成14年11月8日 (2002.11.8)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マ-ト <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/205		H 0 1 L 21/205	4 K 0 3 0
C 2 3 C 16/42		C 2 3 C 16/42	5 F 0 4 5

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-129556 (P2001-129556)

(22) 出願日 平成13年4月26日 (2001.4.26)

(71) 出願人 000001122

株式会社日立国際電気  
東京都中野区東中野三丁目14番20号

(72) 発明者 豊田 一行

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(72) 発明者 山本 克彦

東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

(74) 代理人 100098534

弁理士 宮本 治彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 成膜装置

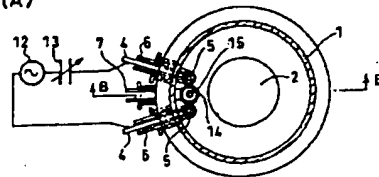
(57) 【要約】

【課題】 前処理と成膜の温度差を小さくして、昇降温時間を短縮して処理スピード (スループット) を向上させる。

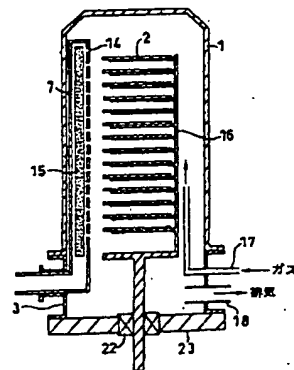
【解決手段】 反応管1内部を500℃に加熱する。水素ガスを放電管7に導入する。発振器12の出力する高周波電力を整合器13を介して電極端部4に供給する。これにより放電管7内部にプラズマ15が発生し導入した水素が活性化され、放電管7に多数設けた小穴14から回転している被処理基板2に供給される。被処理基板2表面の自然酸化膜などの不純物は主に活性化された水素によって除去される。自然酸化膜などの不純物の除去が完了したら、ガス導入管17からモノゲルマン (GeH<sub>4</sub>) とモノシラン (SiH<sub>4</sub>) を導入し圧力を調節しながらシリコンゲルマニウム (SiGe) を500℃で成膜する。

図 2

(A)



(B)



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】減圧状態の反応室においてリモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して被処理基板表面を前処理し、その後、前記反応室内で前記前処理温度の場合と同じ温度で前記被処理基板表面に半導体を単結晶成長させるようにしたことを特徴とする成膜装置。

【請求項2】減圧状態の反応室においてリモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して被処理基板を700℃以下の温度に加熱して被処理基板表面を前処理し、その後、前記反応室内で前記前処理温度の場合と同じ温度で前記被処理基板表面にシリコンゲルマニウム膜を形成させるようにしたことを特徴とする成膜装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、成膜装置に関し、特に、シリコン基板に薄膜を形成する半導体製造装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来技術について図5、図6を参照して説明する。図5(A)は従来の成膜装置の反応室部分を上から見た横断面図であり、図5(B)は、図5(A)のD-D線縦断面図である。図6は従来の成膜装置におけるプロセス温度を示した図である。反応管1内部には複数枚の被処理基板2を多段に同一間隔で載置できるポート16が設けられている。ポート16の下端の軸161は、シャッター23を回転可能かつ気密に貫通する構造となっている。回転部22は磁気シール等で気密を保持している。ポート16は図示しないエレベータ機構により上下し、反応管1に出し入れできるようになっている。また被処理基板2の処理の均一性を向上するためにポート16を回転するための図示しない回転駆動部が設けてある。ポート16が上限まで上昇した状態ではシャッター23はフランジ3と気密に連結される構造となっている。多段にポート16に載置された複数の被処理基板2はポート16、反応管1とともにヒータ10によって所定の温度に加熱される。反応ガスはガス導入管17から反応管1内部に導入され、また反応管1内のガスは排気管18から排気される。

【0003】次に動作を説明する。図示しないエレベータ機構でポート16を下げた状態で複数の被処理基板2をポート16に載置した後、ポート16を上昇させて反応管1内部に挿入する。この時フランジ3とシャッター23は気密を保持するように連結し、反応管1内部を排気管18から図示しないポンプで排気し、同時に水素(H<sub>2</sub>)を導入し反応管1内部の窒素等のガスを水素で置換する。その後、ヒータ10に電源を投入し、反応管1および内部のポート16、被処理基板2などを700℃に加熱する。反応管1内部の各部の温度が700℃になったら、水素を導入したままポート16を回転させ被処理基板表面の自然酸化膜などを除去し清浄化する。こ

の処理を30分程度実行した後、反応管1内部の温度を500℃まで降温し反応管1内部の温度が安定したらモノゲルマン(GeH<sub>4</sub>)とモノシラン(SiH<sub>4</sub>)をガス導入管17から導入しシリコンゲルマニウム(SiGe)を成膜する。反応管1内部の圧力は排気管18の下流側に設けた図示しない圧力調節機構で調節する。

【0004】この従来の成膜装置では、図6の成膜シーケンスに示すように、反応管1の加熱を開始してから処理を終えて降温が終了するまで230分を要する。この成膜シーケンスからわかるように反応管1の昇温あるいは降温の時間が長いので、装置としての被処理基板の処理スピード(スループット)が低下してしまう。このため反応管1の昇降温時間を短縮して処理スピード(スループット)を向上させることが課題となる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、前処理と成膜時の温度が異なるため、反応管の加熱、冷却に長時間を要しスループットが低下してしまう。従って、前処理と成膜の温度差を小さくして、反応管1の昇降温時間を短縮して処理スピード(スループット)を向上させることが求められている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明の第1の態様によれば、減圧状態の反応室においてリモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して被処理基板表面を前処理し、その後、前記反応室内で前記前処理温度の場合と同じ温度で前記被処理基板表面に半導体を単結晶成長させるようにしたことを特徴とする成膜装置が提供される。

【0007】このように、前処理に用いる水素をリモートプラズマ機構によって活性化し、被処理基板の清浄化を低温で可能とする。これにより前処理の温度と後に同一の反応室内で行う単結晶成長の温度とを同一にすることができ、前処理に必用であった単結晶成長温度より高い温度への昇温の時間と単結晶成長温度への降温の時間とを省略することができるようになり、その分、処理スピード(スループット)を向上させることができる。なお、リモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して行う被処理基板表面の前処理では、被処理基板表面の自然酸化膜などの不純物の除去等を行う。

【0008】また、本発明の第2の態様によれば、減圧状態の反応室においてリモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して基板を700℃以下の温度に加熱して基板表面を前処理し、その後、前記反応室内で前記前処理温度の場合と同じ温度で前記基板表面にシリコンゲルマニウム膜を形成させるようにしたことを特徴とする成膜装置が提供される。

【0009】このように、前処理に用いる水素をリモートプラズマ機構によって活性化し、被処理基板の清浄化を低温で可能とする。これにより前処理の温度と後に同一の反応室内で700℃以下の温度で行うシリコンゲル

マニウム膜の形成温度とを同一にすることができるので、前処理に必用であったシリコンゲルマニウム膜の形成温度より高い温度への昇温の時間とシリコンゲルマニウム膜の形成温度への降温の時間とを省略することができるように、その分、処理スピード（スループット）を向上させることができる。なお、リモートプラズマで生成した水素の活性種を利用して行う被処理基板表面の前処理では、被処理基板表面の自然酸化膜などの不純物の除去等を行う。

【0010】好ましくは、反応室の壁を石英などの誘電体で構成し、その外側に配置したヒータによって反応室の壁と反応室内の基板の温度が同一になるように加熱するホットウォール構造とする。

【0011】上記本発明の成膜装置は、基板を1枚だけ反応室内部に載置して処理する構造としてもよく、被処理基板を2枚以上重ねて反応室内部に載置して処理する構造としてもよい。

【0012】好ましくは、基板がシリコンウェハで、単結晶させる半導体がシリコン（Si）またはシリコンゲルマニウム（SiGe）である。

【0013】シリコンゲルマニウム（SiGe）膜を形成する際に、減圧状態の反応室に供給する原料ガスは、好ましくは、モノゲルマン（GeH<sub>4</sub>）とモノシラン（SiH<sub>4</sub>）である。

【0014】

【発明の実施の形態】図1、図2、図3、図4を参照して、本発明の実施の形態について説明する。

【0015】（第1の実施の形態）図1（A）は本実施の形態の反応室部分の上から見た横断面図であり、図1（B）は、図1（A）のAA線縦断面図を示したものである。図2は図1の横断面の切り口を変えたもので、図2（A）は本実施の形態の反応室部分の上から見た横断面図であり、図2（B）は、図2（A）のBB線縦断面図を示したものである。なお、ヒータ10を省略して示してある。

【0016】反応管1内部には複数枚の被処理基板2を多段に同一間隔で載置できるポート16が設けられている。該ポート16は図示しないエレベータ機構により反応管1に出し入れできるようにになっている。ポート16下部の軸161は、シャッター23を回転可能かつ気密に貫通する構造となっている。回転部22は磁気シール等で気密を保持するが、マグネットカップリングのような機構でもよい。また処理の均一性を向上するためにポート16を回転するための図示しない回転駆動部が設けられている。図1に示したように、ポート16が上限まで上昇した状態ではシャッター23はフランジ3と気密に連結される構造となっている。

【0017】反応管1内部の壁面近くにはプラズマ発生源として細長い導電性の電極5を誘電体の保護管6で覆って2本並べて配置し、該2本の電極の電極端部4に発

振器12の発する高周波電力を整合器13を介して印加する構造となっている。電極5の端部付近は放電防止のため絶縁体8を介してシールド9が設けられている。このシールドによって反応管1内部の放電は被処理基板2近傍に限定されるようになっている。電極端部4は、反応管1下部に気密に連結された金属製のフランジ3を貫通して反応管1の外に引き出されているが、保護管6の中は保護管6とフランジ3が気密にシールされているため反応管1内部と独立した空間になっており、常に大気圧となっている。

【0018】また、図2に示すように、電極5に挟まれた反応管1内の空間に、ガス吹出し用の小穴14を複数個設けた誘電体製の放電管7を設け、被処理基板2を処理する水素ガスを反応管1内部に導入する際、ガスが該小穴14を通過する構造とするとよい。2本並べて配置した細長い電極5間に高周波電力を印加してプラズマ15発生させると、プラズマ15で生成される水素の活性種が小穴14を通過して被処理基板2に供給される。この時プラズマ15で生成された荷電粒子の小穴14からの吹き出しを抑制するために、放電管7の構造と小穴14の大きさ、数、位置などを処理の目的によって最適化する。本実施の形態では小穴14の位置を被処理基板2間の中間になるようにしている。これによりポート16上の各被処理基板2に均等に水素の活性種が供給される。なお、放電管7はなくてもよいが、放電管7でプラズマ生成空間を限定することで、プラズマ15からの荷電粒子の拡散を抑制することができ、被処理基板2へのイオン等によるダメージを低減できる。

【0019】次に動作を説明する。

【0020】図示しないエレベータ機構でポート16を下げて複数の被処理基板2をポート16に載置した後、ポート16を上昇させて反応管1内部に挿入し、反応管1内部を図示しないポンプで排気し、水素ガスを導入して、反応管1内部の窒素等のガスを水素で置換する。

【0021】ヒータ10に電源を投入し、反応管1および内部のポート16、被処理基板2などを500℃に加熱する。反応管1内部の各部の温度が500℃になったらポート16を回転させながら、被処理基板2の表面を清浄化するための水素ガスを放電管7に導入する。反応管1内部の圧力を図示しない圧力調整機構で調節し、所定の値になったら発振器12の出力する高周波電力を整合器13を介して電極端部4に供給する。これによって放電管7内部にプラズマ15が発生し導入した水素が活性化され、放電管7に多数設けた小穴14から回転している被処理基板2に供給される。被処理基板2表面の自然酸化膜などの不純物は主に活性化された水素によって除去される。

【0022】自然酸化膜などの不純物の除去が完了したら、ガス導入管17からモノゲルマン（GeH<sub>4</sub>）とモノシラン（SiH<sub>4</sub>）を導入し圧力を調節しながらシリ

コンゲルマニウム (SiGe) を500℃で成膜する。反応管1内部の圧力は排気管18の下流側に設けた図示しない圧力調整機構で調整する。

【0023】図4の成膜シーケンスに示すように、反応管1の加熱を開始してから処理を終えて降温が終了するまでの時間は、前処理の温度を成膜温度と同じ500℃とすることにより、従来技術(破線参照)で230分を要していた処理時間は、155分に短縮される。

【0024】(第2の実施の形態)図3は本発明の第2の実施の形態を示す図で、ヒータは省略して示してある。図3(A)は本実施の形態の反応室部分の上から見た横断面図であり、図3(B)は、図3(A)のCC線縦断面図を示したものである。

【0025】反応管1内部には複数枚の被処理基板2を多段に同一間隔で載置できるポート16が設けられており、主な構造は図1と同様である。

【0026】フランジ3には活性ガス導入管19が設けられてあり、リモートプラズマユニット24で生成された水素の活性種を活性種導入管19から反応管1内部に供給する構造となっている。リモートプラズマユニット24のプラズマ源としてはICP(Inductively Coupled Plasma)型やマイクロ波型が好適である。またリモートプラズマユニット24の放電部の材質は石英、アルミナ、サファイアなどが好適である。

【0027】次に動作を説明する。

【0028】図示しないエレベータ機構でポート16を下げて被処理基板2をポート16に載置した後、ポート16を上昇させて反応管1内部に挿入し、反応管1内部を図示しないポンプで排気し、水素を導入して、反応管1内部の窒素等のガスを水素で置換する。水素の導入はガス導入管21から行う。

【0029】ヒータ10に電源を投入し、反応管1および内部のポート16、被処理基板2などを500℃に加熱する。

【0030】反応管1内部の各部の温度が500℃になったら、反応管1内部の圧力を図示しない圧力調整機構で調節し、所定の値になったらリモートプラズマユニット24を動作させ該リモートプラズマユニット24で生成した水素の活性種を活性種導入管19によって反応管1内部に導入し、回転中のポート16に載置された被処理基板2の表面の自然酸化膜等の不純物除去を行う。

【0031】その後の成膜は前述の方法と同様である。

【0032】なお、上記第1および第2の実施の形態では、被処理基板を複数枚一括処理する例を示したが、1枚ずつ処理する装置についても、同様である。

【0033】本発明によればSiGeやSiの成膜を行う前の被処理基板表面の清浄化の温度を従来より下げることができるため、成膜温度と同一にできる。そして成

膜前の被処理基板の清浄化の温度と成膜温度が同一になることから、反応管の昇降温の時間を省略できるため装置のスループットが向上する。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、被処理基板の水素による表面清浄化の温度を下げることができ、その結果、前処理のための昇降温の時間が省略できるため装置のスループットが向上する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態の成膜装置を説明するための図であり、図1(A)は横断面図であり、図1(B)は、図1(A)のAA線縦断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態の成膜装置を説明するための図であり、図2(A)は横断面図であり、図2(B)は、図2(A)のBB線縦断面図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態の成膜装置を説明するための図であり、図3(A)は横断面図であり、図3(B)は、図3(A)のCC線縦断面図である。

【図4】本発明の第1の実施の形態におけるプロセス時間を説明する図である。

【図5】従来の成膜装置を説明するための図であり、図5(A)は横断面図であり、図5(B)は、図5(A)のAA線縦断面図である。

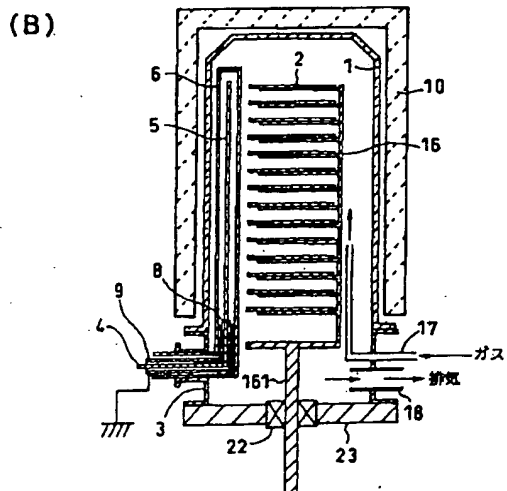
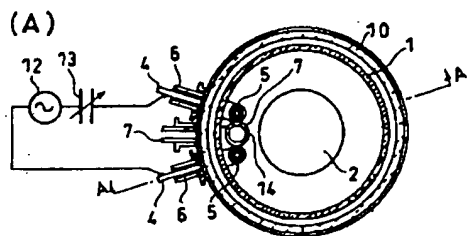
【図6】従来のプロセス時間を説明する図である。

【符号の説明】

- 1 …反応管
- 2 …被処理基板
- 3 …フランジ
- 4 …電極端部
- 5 …電極
- 6 …保護管
- 7 …放電管
- 8 …絶縁材
- 9 …シールド
- 10 …ヒータ
- 12 …発振器
- 13 …整合器
- 14 …小穴
- 15 …プラズマ
- 16 …ポート
- 17 …ガス導入管
- 18 …排気管
- 19 …活性種導入管
- 21 …ガス導入管
- 22 …回転部
- 23 …シャッター
- 24 …リモートプラズマユニット

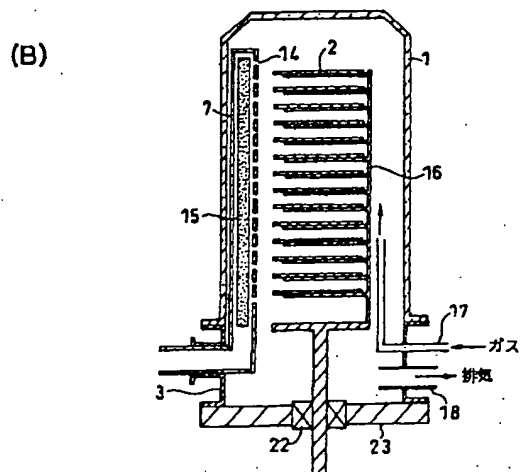
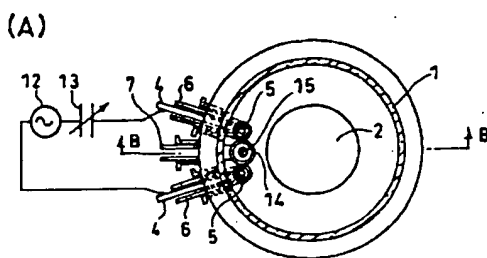
【図1】

図1



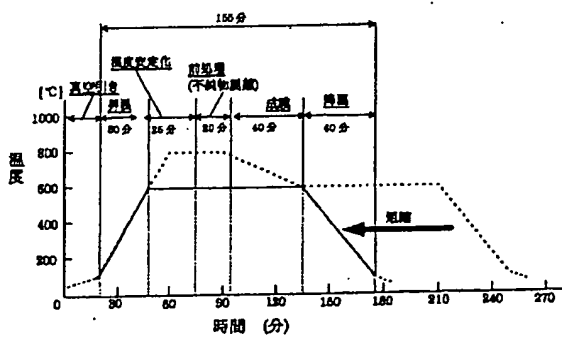
【図2】

図2



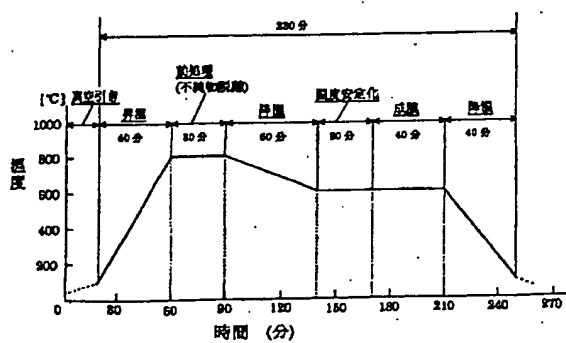
【図4】

図4



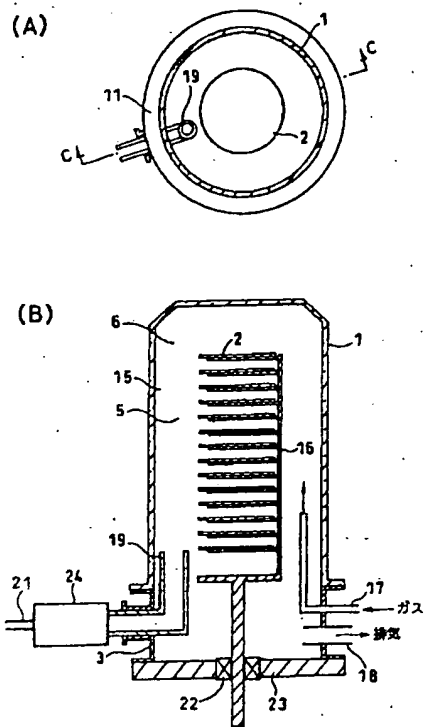
【図6】

図6



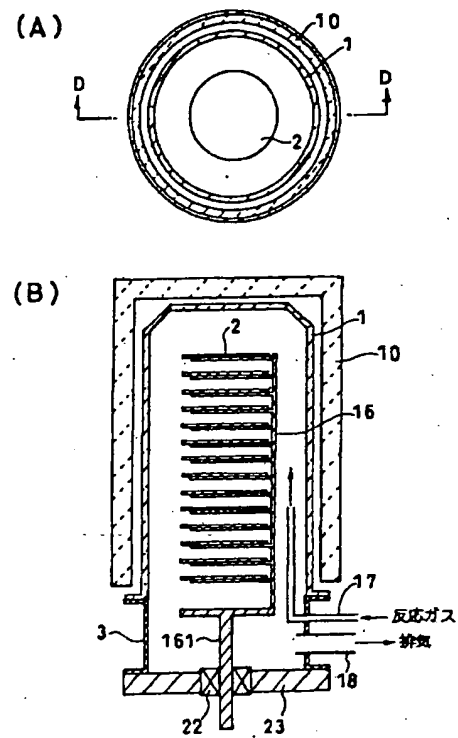
【図3】

図3



【図5】

図5



フロントページの続き

(72)発明者 井ノ口 泰啓  
東京都中野区東中野三丁目14番20号 株式  
会社日立国際電気内

Fターム(参考) 4K030 AA05 AA06 BA09 BA48 BB02  
CA04 CA12 DA06 FA03 JA10  
5F045 AA06 AB01 AB02 AC01 AD09  
AF03 BB09 DP19 DP28 DQ05  
EB13 EE13 EF03 EH04 EH05  
EH18 EK06 HA01